

Федорова О. Є.

Жиров О. Л.

канд. техн. наук

Національний технічний університет України «КПІ»

МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЮ ПРОЕКТІВ З ВРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБОРА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ С УЧЁТОМ СОЦИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

MODELING INVESTMENT PORTFOLIO CHOICE CONSIDERING SOCIAL COMPONENT

У роботі розглядається стратегія вибору інвестиційного портфелю проектів, який складається з комерційних та соціальних. Припускається, що ринок неефективний (тобто чиста приведена вартість може бути додатною), інвестуватися можуть як власні так і запозичені кошти, існує механізм завдяки якому інвестору вигідніше реалізувати соціальний та комерційний проекти ніж лише комерційний. Досліджено такі показники як чиста приведена вартість, модифікована внутрішня ставка доходності, середньозважена ціна капіталу. Запропоновано вимірювати ризик через чутливість (еластичність) чистої приведеної вартості до зміни ставки економічної альтернативи; та виражати соціальний ефект від реалізації проектів через такі якісні характеристики: тип діяльності, на яку спрямовано проект, масштаб та якість проекту. Введено функцію «виграшу» інвестора, яка залежить від соціального ефекту, матеріальних та нематеріальних вигод від реалізації проекту. Вибір портфелю відбувається по трьом критеріям (фінансовий, соціальний, ризик) серед усіх можливих комбінацій проектів.

Ключові слова. NPV, ризик, соціальний проект, портфельний підхід, оптимальність за Парето, метод ідеальної точки.

В работе рассматривается стратегия выбора инвестиционного портфеля проектов, который состоит из коммерческих и социальных. Предполагается, что рынок неэффективный (то есть чистая приведенная стоимость может быть положительной), инвестироваться могут как собственные, так и заёмные средства, существует механизм, благодаря которому инвестору выгоднее реализовывать социальный и коммерческий проект, чем только коммерческий. Исследовано такие показатели как чистая приведенная стоимость, модифицированная внутренняя ставка доходности, средневзвешенная цена капитала. Предложено измерять риск с помощью чувствительности (эластичности) чистой приведенной стоимости к изменению ставки экономической альтернативы; и выражать социальный эффект от реализации проекта через такие качественные характеристики: тип деятельности, на который направлен проект, масштаб и качество проекта. Введено функцию «выигрыша» инвестора, которая зависит от социального эффекта, материальных и нематериальных выгод от реализации проекта. Выбор портфеля осуществляется по трём критериям (финансовый, социальный, риск) среди всех возможных комбинаций проектов.

Ключевые слова: NPV, риск, социальный проект, портфельный подход, оптимальность по Парето, метод идеальной точки.

In this article we consider the strategy of choosing an investment portfolio, which consists of commercial and social project. It is assumed that the market is inefficient (net present value can be positive) may be invested both its own and borrowed funds, there is a mechanism by which the investor is more profitable to implement social and commercial project than just a commercial. Investigated indicators such as net present value, the modified internal rate of return, the weighted average cost of capital. Proposed to measure risk using sensitivity (elasticity) the net present value to changes in rates of economic alternatives; and express the social effect of the project through such qualitative

characteristics: type of activity to be addressed, the scope and quality of the project. Permission function of «winning» the investor, which is dependent on social benefits, tangible and intangible benefits of the project. Choosing portfolio is carried out according to three criteria (financial, social, risk) among all the possible combinations of projects.

Keywords: NPV, risk, social project portfolio approach, the method of ideal point.

Вступ. В умовах глибоких економічних змін, зумовлених реформуванням адміністративно-командної економіки України в ринкову, особливо актуальною є задача ефективного розміщення інвестиційних ресурсів та грамотного управління інвестиційною діяльністю підприємств, оскільки саме інвестиції виступають найважливішим засобом забезпечення умов виходу з економічної кризи та надійним механізмом соціально-економічних перетворень, формують виробничий потенціал на новій науково-технічній основі, що неодмінно призводить до підвищення якісних показників господарської діяльності. Найчастіше інвестор для досягнення своїх цілей працює не з окремим активом (окремим проектом, фінансовим інструментом тощо), а з деяким їх набором – інвестиційним портфелем, сенс формування якого полягає в поліпшенні умов інвестування завдяки досягненню нової інвестиційної якості шляхом надання сукупності активів таких інвестиційних характеристик, які є недостижними з позиції окремо взятого активу і можливі лише при їх комбінації. В зв'язку з цим виникає необхідність оцінювання економічної ефективності вкладення коштів та побудови стратегії вибору (формування) портфелю проектів.

У попередній роботі було запропоновано економіко-математичну модель оцінки інвестиційної привабливості проектів (портфелю проектів), яка складається з п'яти критеріїв (спрямовані на максимізацію): чиста приведена вартість, показник Вілера, різниці між модифікованою внутрішньою ставкою доходності та середньозваженою ціною капіталу; соціальний ефект, «виграш» інвестора. Формувати портфель пропонувалося з Парето оптимальних проектів.

Постановка завдання. Здійснити вибір портфелю реальних проектів, який найповніше б відповідав стратегії інвестора, – як шлях до підвищення якісних показників господарської діяльності.

Методологія. Інтегральний метод економічного аналізу, експертний (об'єктивізації), вагових коефіцієнтів, згортки, ідеальної точки, Парето ефективної множини, дискретне (цілочисельне) програмування.

Результати дослідження. Роль бізнесу в суспільстві давно вийшла за межі соціальної відповідальності. Компанії не зобов'язані допомагати державі в розвитку освіти, медицини чи комунального господарства. Але від кількості кваліфікованих кадрів, їх задоволення життям залежить існування не лише окремого бізнесу, але і цілих регіонів.

Наслідками реалізації кожного проекту можна вважати дві складові: комерційну та соціальну. Здебільшого проекти реалізуються через комерційні інтереси. Соціальні проекти не є прибутковими, а тому не є цікавими для більшості приватних інвесторів. Тому необхідно створювати такі умови для приватних інвесторів, за яких реалізація «супутніх» проектів до їх основної діяльності була б вигідною. Такими можуть бути особливі умови оподаткування, умови участі у тендерах державної закупівлі тощо.

Для оцінки ефективності довгострокових інвестиційних проектів використовуються різні показники, найбільш відомі з яких [6]:

- Чиста приведена вартість – NPV , гр. од.;
- Індекс рентабельності – PI , гр. од.;
- Період окупності з врахуванням дисконтування – PBP , роки;
- Внутрішня норма рентабельності – IRR , %;
- Модифікована внутрішня норма рентабельності – $MIRR$, %;
- Економічна додана вартість – EVA , гр. од.;

Розглядатимемо комерційну складову через такі показники: чиста приведена вартість, різниця модифікованої внутрішньої вартості та вартості капіталу та будемо враховувати ризики через еластичність чистої приведеної вартості по ставці економічної альтернативи.

Розглядати соціальну складову проектів пропонується через такі параметри: тип діяльності, на яку спрямовано реалізацію проекту, масштаб та якість (завершеність ідеї, способів її реалізації тощо). Для цього введемо відповідні якісні шкали. Множина типів діяльності буде складатися з освітніх, науково-технічних, технологічних, оздоровчих, спортивних, економічних, інфраструктурних, будівельних, екологічних та культурних типів. Множина масштабів проекту складатиметься з місцевих, регіональних, загальнодержавних. Якість проекту набуватиме одне з таких значень: низь-

ка, середня, вище середнього, висока. Для того, щоб проекти були порівняні між собою необхідно ввести відношення переваги для значень кожного параметру. Відношення переваги – це формальний опис здатності ОПР порівнювати (впорядковувати за бажаністю) різні об'єкти (властивості) або їх набори.

Для масштабу та якості проектів є логічними такі відношення переваги:

Загальнодержавний > регіональний > місцевий

Висока > вище середнього > середня > низька

Однозначно встановити відношення переваги для типів проекту неможливо. Тому пропонується зробити це експертним методом в залежності від поточного стану.

Встановити відношення переваги між проектами можна за допомогою методу ідеальної точки. Для цього необхідно:

1. визначити геометричне місце всіх проектів у просторі
2. визначити геометричне місце ідеальної точки – проекту, який мав би найкращі значення по всім параметрам
3. знайти відстань від ідеальної точки до кожного з проектів
4. проаранжувати проекти згідно знайдених відстаней.

Через необхідність розрахунків виникає потреба знаходження чисельних (кількісних) еквівалентів для обраних якісних шкал. Як приклад, еквіваленти можуть мати такий вигляд

{Місцевий, Регіональний, Загальнодержавний} = {3, 5, 7}

{Низька, Середня, Вище середнього, Висока} = {2, 5, 7, 10}

{Будівельна, Технологічна, Екологічна, Інфраструктура, Культурна, Науково-технічна, Економічна, Спортивна, Оздоровча, Освітня} = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10}

Далі необхідно перейти від якісної оцінки соціального ефекту до кількісної. Для цього позначимо відстань між проектом і ідеальною точкою через l_k та скористаємося формулою

$$l_k = \sqrt{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2}$$

де (x_k, y_k, z_k) – вектор між проектом та ідеальною точкою.

$$\lambda_k = \begin{cases} \frac{100}{l_k}, & l_k \neq 0 \\ 100, & l_k = 0 \end{cases}$$

Виграшем $\tau(\lambda_k)$ називатимемо корисність втілення проекту для реалізатора. Оскільки деякі вигоди можуть бути виражені в грошовому вимірі, а інші ні, необхідно ввести функцію для оцінки виграшу. Аргументами такої функції має бути соціальний ефект від реалізації проекту та вигоди інвестора: пільги (у грошовому виразі), нематеріальні вигоди (підвищення надійності, іміджу, зацікавленості у компанії). Найбільш вживаною функцією для обчислення корисності є логарифм, оскільки властивості цієї функції відповідають властивостям функції корисності. Тоді нехай функція виграшу матиме вигляд

$$\tau_j = \ln(\lambda_k) + \ln(MB_k + 1) + U_k$$

де

λ_k – соціальний ефект k-го проекту,

$\ln(\lambda_k)$ – корисність соціального ефекту k-го проекту,

MB_k – грошовий виграш від реалізації k-го проекту,

$\ln(MB_k + 1)$ – корисність грошового виграшу,

U_k – нематеріальні вигоди від реалізації k-го проекту.

Сформулюємо припущення моделі:

Ринок неефективний (чиста приведена вартість може приймати додатні значення чистої приведеної вартості: $NPV > 0$).

Ставка доходності економічної альтернативи та ставка боргу приймають додатні значення: $r > 0$, $r_d > 0$.

– Інвестор для фінансування проектів може використовувати як власні так і запозичені кошти: $I = E + D$.

– Проект розглядається через грошові потоки, які можуть бути нерівномірними у часі. Окремим потоком розглядаються початкові інвестиції, серед яких виокремлюються витрати на дослідницьку роботу

– До уваги береться концепція зміни вартості грошей у часі.

– Існує такий механізм, що інвестору вигідніше реалізувати прибутковий та соціальний проєкти, ніж лише прибутковий.

– «виграш» інвестора від реалізації соціального проєкту залежить від соціального ефекту, що спричиняє даний проєкт $\tau(\lambda)$: $\frac{d\tau}{d\lambda} > 0$.

– «виграш» інвестора складається з соціального ефекту, матеріальних та нематеріальних вигод від реалізації проєкту.

– Соціальний ефект виражається через такі якісні характеристики як тип діяльності, на яку спрямовано проєкт, масштаб та якість проєкту.

Тоді для портфелю проєктів, який включатиме соціальний проєкт матимемо таку економіко-математичну модель

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{\infty} P_i \frac{CF_{ti}}{(1+r_i)^t} - (E_i + D_i) \rightarrow \max_i; \\ \sum_{i=1}^n \frac{\left(\sum_{t=1}^{\infty} P_i \frac{CF_{ti}}{(1+r_i)^t} - (E_i + D_i) \right) - \left(\sum_{t=1}^{\infty} P_i \frac{CF_{ti}}{(1+r_i^*)^t} - (E_i + D_i) \right)}{\frac{\sum_{t=1}^{\infty} P_i \frac{CF_{ti}}{(1+r_i)^t} - (E_i + D_i)}{\frac{r_i - r_i^*}{r_i}}} \rightarrow \min_i; \\ \sum_{i=1}^n \left(\sqrt{\frac{P_i * \left(\sum_{t=1}^T CF_{ti} + \frac{CF_i}{r_i} \right)}{(E_i + D_i)}} - 1 - \frac{E_i}{D_i + E_i} * r_i - (1 - TP_i) * \frac{D_i}{E_i + D_i} * r_{di} \right) \rightarrow \max_i; \\ \sum_{i=1}^n (\ln(\lambda_i) + \ln(MB_i + 1) + U_i) \rightarrow \max_i; \\ \sum_{i=1}^n \ln(\lambda_i) \rightarrow \max_i; \\ \lambda_k = \begin{cases} \frac{100}{\sqrt{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2}}, & \sqrt{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2} \neq 0 \\ 100, & \sqrt{x_k^2 + y_k^2 + z_k^2} = 0 \end{cases} \quad k = 1, \dots, n+m; \\ \sum_{k=1}^{n+m} E_k \leq OE; \end{array} \right.$$

де

$E + D$ – загальний обсяг початкових інвестицій;

E – власний капітал;

D – запозичений капітал (борг);

OE – загальний обсяг власних коштів;

r_d – ставка боргу;

$P = m * d * p$ – ймовірність «успіху» проєкту,

m – ймовірність успішного завершення роботи над проєктом,

d – ймовірність успішного втілення проєкту,

p – ймовірність успішної реалізації проєкту;

CF_t – грошовий потік від реалізації проєкту в період t ;

T – момент часу, з якого грошові потоки від реалізації проєкту стабілізуються ($CF = const$);

r – ставка економічної альтернативи;

r^* – змінена ставка економічної альтернативи (для аналізу чутливості);

TP – ставка податку.

(x_k, y_k, z_k) – вектор між проектом та ідеальною точкою,

$\ln(\lambda_i)$ – корисність соціального ефекту i -го проекту,

MB_i – грошовий виграш від реалізації i -го проекту,

$\ln(MB_i + 1)$ – корисність грошового виграшу проекту,

U_i – нематеріальні вигоди від реалізації i -го проекту.

q^* – підмножина соціальних проектів, які обрано для реалізації.

Розглянемо економічний зміст моделі та кожної цільової функції. Перший критерій – чиста приведена вартість, скорегована на ймовірність «успіху», комерційних та соціальних проектів. Намагатимемося максимізувати цей показник – отримувати якомога більші дисконтовані прибутки, що будуть надходити від реалізації обраних проектів. Другий критерій – чутливість чистої приведеної вартості. Чим менше значення критерію, тим менше залежність NPV від зміни ставки економічної альтернативи. Будемо обирати проекти, що забезпечують найменші значення цього показника. Третій критерій – різниця між внутрішньою ставкою доходності та середньозваженою вартістю капіталу. Проект є доходним, якщо внутрішня ставка доходності більша за середньозважену вартість капіталу. Тому вимагатимемо реалізацію проектів, різниця внутрішньої ставки доходності та вартості капіталу яких є додатною та обиратимемо ті, в яких різниця найбільша. Четвертий критерій описує вигоди від реалізації соціальних та комерційних проектів для інвестора. Зрозуміло, що інвестор буде прагнути до збільшення своїх вигод. П'ятий критерій – соціальний ефект від реалізації групи проектів. Накладається умова максимізації значення соціального ефекту. Таким чином перші три критерії спрямовані на відбір проектів, які приносять низький ризик і високу доходність, та оцінюють її з різних сторін. А два останні критерії розглядають корисність соціальних та комерційних проектів для інвестора та суспільства та вимагають їх максимізації.

Розв'язати розроблену економіко-математичну модель можна з використанням 2-ох методів: згортки та множини Парето. Для цього на першому кроці розіб'ємо критерії на три групи. До першої групи – показників доходності – увійдуть перший та третій критерії, до другої – оцінки ризику – другий критерій (еластичність), а до третьої (соціальних показників) – останні два. Таким чином отримуємо модель з трьома критеріями, де кожен з початкових критеріїв матиме вагу. Для знаходження вагових коефіцієнтів a_1, a_2, a_3, b_1, b_2 скористаємося експертним методом: методом об'єктивізації, який заснований на тому, що думка експерта про те, що важливіше в кожній парі, більш об'єктивна, ніж проставлені їм спочатку чисельні значення вагових коефіцієнтів, оскільки оцінка важливості – це оцінка якості, а встановлення значень вагових коефіцієнтів – це оцінка кількості [6]. Після знаходження вигляду трьох критеріїв перейдемо до знаходження рішення за методом множини Парето. Якщо для деякої пари можливих рішень має місце нерівність $f(x') \geq f(x'')$, то завдяки аксіомі Парето перше рішення буде переважніше за друге. Тоді згідно з аксіомою друге рішення не може бути обраним за будь-яких обставин та його можна виключити з тих, що будуть розглядатися на наступних етапах прийняття рішення. Таким чином буде обраний кращий портфель із запропонованих проектів. Кількість таких портфелів становитиме 2^n , n – кількість проектів.

Розглянемо чисельний приклад для декількох інвестиційних проектів та побудуємо портфель проектів для інвестора, що включатиме комерційні (прибуткові) та соціальні проекти. Нехай маємо проекти:

1. Розширення потужностей заводу. Необхідний обсяг інвестицій \$192 млн. Від реалізації проекту очікується підвищення річних потужностей підприємства з 1,3 до 2 млн. т сталі. Що принесе (з ймовірністю 95%), додаткові \$800 млн. щорічно протягом 10 років, потім – \$650 млн. Ставка економічної альтернативи для даної галузі 18% (та 25% для виміру ризику), ставка боргу – 10%, ставка податку на прибуток 5%.

2. Будівництво потужностей по виробництву труб підвищеної міцності. Необхідні інвестиції у розмірі \$92 млн. Додатковий прибуток становитиме \$215 млн. перші 12 років, а потім \$200 млн. з ймовірністю 95%. Ставки економічної альтернативи, боргу та податку збігаються з попереднім прикладом.

3. Стартап мобільна гра. Необхідні інвестиції – \$20 тис., з них \$1 тис. – витрати на дослідницькі роботи. Ймовірність успіху проекту – 70%. В разі вдалої реалізації перший місяць принесе \$20 тис. доходів, наступні 11 – по \$5,4 тис., протягом наступних 4-ьох років по \$8,1 тис., а всі наступні – по \$5,94 тис. Ставка економічної альтернативи – 20% (та 7,97% для виміру ризику), ставка боргу – 15%, ставка податку – 18%.

4. Стартап гра для соціальних мереж. Необхідні інвестиції – \$20 тис., з них \$1 тис. – витрати на дослідницькі роботи. Ймовірність успіху проекту – 69%. В разі вдалої реалізації перший місяць принесе \$20 тис. доходів, наступні 11 – по \$5,4 тис., протягом наступних 4-ьох років по \$7,83 тис.,

а всі наступні – по \$5,94 тис. Ставка економічної альтернативи, боргу, ставка податку – як і в попередньому.

5. Виставка “The Future Generation Art Prize @ Venice 2013”. Для проведення виставки необхідно витратити \$150 тис. Ніяких економічних вигод проект не принесе. Нехай нематеріальні вигоди інвестора – 68 (ют.).

6. Стипендії та гранти для обдарованої молоді. Стипендіальний фонд складає \$335,37 тис. Нематеріальні вигоди інвестора – 75 (ют.).

7. Організація спортивних заходів. Фонд проведення спортивного заходу (змагань) становитиме \$20 тис. Нехай нематеріальні вигоди інвестора – 80 (ют.).

Оскільки подано до розгляду 7 проектів, можлива кількість комбінацій, а й відповідно і кількість портфелів) $2^7 = 128$. Розв'язавши чисельний приклад маємо портфель проектів (див. табл.), який складається з 5-ти проектів

Таблиця

Значення критеріїв моделі

	F	Z	R
розширення потужностей заводу	1962,91	5,43	0,73
будівництво потужностей по виробництву труб підвищеної міцності	515,01	5,43	0,77
(5) виставка	-0,12	48,87	
(6) стипендії та гранти	-0,21	88,45	
(7) спортивний захід	-0,14	54,46	
Σ	2477,43	202,65	1,50

Висновки. Реалізація соціальних проектів є запорукою розвитку суспільства в цілому. В даній роботі було запропоновано економіко-математичну модель вибору портфелю реальних проектів, який найповніше б відповідав стратегії інвестора і спонукає до соціального розвитку

Найпоширенішими показниками економічної ефективності інвестицій є чиста приведена вартість (*NPV*), рентабельності (*PI*), внутрішня ставка доходності (*IRR* та *MIRR*), економічна додана вартість (*EVA*). Під час моделювання параметрів проектів виникає проблема достовірності прогнозованих оцінок. Для розв'язання цієї проблеми було введено коефіцієнт ймовірності.

У роботі було запропоновано економіко-математичну модель, яка враховує такі критерії комерційної ефективності проектів як: чиста приведена вартість, ризик, внутрішня доходність, ціна капіталу. Та критерії із соціальним навантаженням: соціальний ефект від реалізації проектів та вигоди інвестора. Особливістю моделі є використання і кількісних, і якісних критеріїв.

Перевагами моделі є врахування ринкових умов, багатокритеріальний розгляд альтернатив та здійснення вибору проектів, які є вигідними не лише для інвестора, а і проектів, які мають соціальне спрямування та дозволяють підвищувати рівень розвитку окремих регіонів чи країни в цілому.

Література:

1. Бригхем Ю. Финансовый менеджмент / Ю. Бригхем, Л. Галенски., 1997
2. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч. посібник. / В. В. Вітлінський. – К.: КНЕУ, 2003. – 408 с.
3. Глівенко С. В. Економічне прогнозування: Навч. посібник / С. В. Глівенко, М. О. Соколов, О. М. Теліженко. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2004. – 207 с. – (3-тє вид., доп).
4. Деревянко П. М. Оценка проектов в условиях неопределенности [Електронний ресурс] / П. М. Деревянко // Корпоративный менеджмент – Режим доступу до ресурсу: http://www.cfin.ru/finanalysis/invest/fuzzy_analysis.shtml.
5. Мальцева Ю. Н. Инвестиционный проект. Инвестиции. / Ю. Н. Мальцева. – М.: Эксмо, 2008. – 160 с.
6. Ричард Б. Принципы корпоративных финансов / Б. Ричард, М. Стюарт., 1997. – 1120 с.
7. Світовий центр даних [Електронний ресурс] // Сталий розвиток – Режим доступу до ресурсу: <http://wdc.org.ua/uk/sustainable-development>.
8. Мальцева Ю. Н. Формирование и классификация инвестиционного портфеля. Инвестиции / Ю. Н. Мальцева. – Москва, 2008. – 160 с.
9. Мальцева Ю. Н. Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Инвестиции / Ю. Н. Мальцева. – Москва: Эксмо, 2008. – 160 с.